

可変構図テンプレートを用いた 色情報に基づく類似画像検索手法の検討

山本 英典 岩佐英彦 竹村治雄 横矢直和

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1 はじめに

近年、文字・音声・画像などの各種メディアを組み合わせたマルチメディア技術の発展に伴い、画像データベースの中から所望の画像を得る画像検索システムの研究が盛んに行なわれている。そのアプローチとしては、人手により画像に検索インデックスを付加する手法や、画像全体の色情報を利用する手法などが主に検討されている。

しかし、画像データベースの規模が大きくなるに従い、前者の方法ではその作業に要する労力・時間・費用が問題となる。また、後者では画像全体の持つ色情報が類似していても、その外観は全く異なることが多くなるという問題が生じる [1]。そのために、色情報以外にテキスト情報等を画像から抽出して検索の高度化を図る手法が提案されている [2]。

本研究では、画像の構図 [3] に注目する。自然画像の多くは類似した構図をもつことが多く、例えば水平線や地平線の写った画像に対しては、上下に2分割された構図があてはまる。構図の類似した画像間で検索を行なうことにより、画像内の色分布を考慮した検索が可能になると考えられる。

以下本稿では、2節において、色情報としてカラーヒストグラムを用いた画像検索について述べる。3節では、提案する構図テンプレートについての詳細を述べ、検索のアルゴリズムを示す。4節に提案手法を用いた画像検索結果例を示し、最後にまとめと今後の課題を述べる。

2 カラーヒストグラムを用いた画像検索

カラーヒストグラムは、多くの画像検索システムで採用されている画像特徴のひとつである。カラーヒストグラムを生成する色空間には様々な表色系が提案されているが、本稿では、色空間に RGB 空間を採用する。カラーヒストグラムに基づいた画像検索は、一般的に次の3つのステップからなる。

- 色空間 C を n 個のセル c_i に分割する。 $C = \{c_i | i = 1, \dots, n\}$
- 色空間 C 中の画像 I のヒストグラムを $\overrightarrow{H_C(I)} = \{pixcnt(I, c_i) | i = 1, \dots, n\}$ とする。

An image retrieval system using the layout of colors in an image
Hidenori Yamamoto, Hidehiko Iwasa, Haruo Takemura and Naokazu Yokoya
Nara Institute of Science and Technology (NAIST)
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-0101, Japan

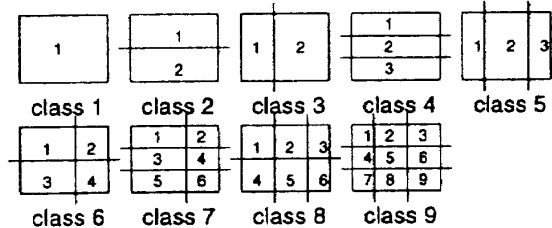


図 1: 9つの構図テンプレート

ここで、 $pixcnt(I, c_i)$ とは、色空間 C のセル c_i に落ちる I のピクセルの数とする。

- 画像 I と画像 J との類似評価関数 $S(\overrightarrow{H_C(I)}, \overrightarrow{H_C(J)})$ を定義し、 S の値で検索結果画像を決定、提示する。

カラーヒストグラムを用いた従来の画像検索手法では、一枚の画像全体から抽出した単一のヒストグラムを用いるのが主であり、2次元画像平面での色の分布を考慮したものは少ない。次節では、構図の中の小領域ごとに抽出されたカラーヒストグラムを統合して画像を検索する手法を提案する。

3 可変構図テンプレートを用いた類似画像検索

3.1 可変構図テンプレート

画像の基本的な構図として図 1 に示すような 9 つの構図テンプレートを用意し、各テンプレートをクラス 1 ~ 9 と呼ぶ。構図を考慮した従来の手法 [3] は、固定された構図テンプレートに画像を当てはめるものであったのに対し、提案手法では構図テンプレートを構成する分割線は画像ごとに可変であるため、画像によって柔軟に構図テンプレートに対応させることができる。

縦横 $M \times N$ の大きさの画像に対する構図テンプレートの分割線の位置は以下の手順によって決定される。

- 横方向について、 $m \times N$ の短冊状に分割し、各短冊の中の RGB 各平均値を求める。
- 隣接した短冊どうしの RGB 各平均値とのユークリッド距離が最も大きい位置に第 1 分割線、その次に大きい位置に第 2 分割線をひく。距離値がある閾値以下の場合には分割しない。
- 画像平面内で第 1 分割線と第 2 分割線が極端に隣接する場合は第 2 分割を行わない。
- 縦方向についても、 $M \times n$ の短冊状に分割し、同様の処理を行なう。

以上の操作で、データベース中の全画像は上記クラスの中のどれかひとつに分類することができる。

3.2 類似画像検索のアルゴリズム

各クラスに分類された画像を用いた類似画像検索のアルゴリズムは、次のようになる。

- RGB空間を R, G, B 軸それぞれ 8 等分し合計 512 セルに分割
- i 個の領域からなるクラスに分類されたある画像 I の各領域からカラーヒストグラムを抽出
- データベース中で同じクラスに属するある画像 \tilde{I} の各領域からカラーヒストグラムを抽出
- 類似評価関数 $S = \sum_{j=1}^{512} \min(I_j^k, \tilde{I}_j^k) (k = 1, 2, \dots, i)$ を用いて領域毎にカラーヒストグラムの類似度を評価。ここで、 I^1, I^2, \dots, I^i 及び $\tilde{I}^1, \tilde{I}^2, \dots, \tilde{I}^i$ は、画像 I 、画像 \tilde{I} の各領域から抽出したカラーヒストグラムを指す。
- 類似度 $\sum_{k=1}^i S$ を導出
- データベース中の全 \tilde{I} の中で類似度の大きいものを検索結果画像として提示

領域数の多いクラス 6, 7, 8, 9 では、類似したクラス間でも検索を行なう。ここで、類似したクラスとは、縦、横、一方を分割し、一方を分割をしない場合に該当するクラスで、例えば、クラス 6 に対してクラス 2, 3 が類似したクラスとなる。

4 類似画像検索実験

提案手法の評価のために、カラー画像データベースの中から提示画像に類似した画像を検索する実験を行なった。提案手法との比較のために、構図を用いずに画像全体から抽出したカラーヒストグラムのみを用いた画像検索も行なった。使用データベースとして、Corel 社の STOCK PHOTO LIBRARY 3 の中の CD-ROM から画像 2000 枚を用いた。画像サイズは、 $M = 256, N = 384, m = n = 16$ とした。検索結果例は図 2[†]に示す。なお、検索対象となる画像集合には、提示画像は含まれていない。

図 2 の左列の画像は検索者の提示画像で、上から順にクラス 1~クラス 9 に分類されたものである。中央の画像はそれぞれの左の画像に対し提案手法を用いた検索結果の第 1 位を示し、右列の画像は提示画像に対し比較手法を用いた検索結果の第 1 位を示している。

この結果から、画像全体のカラーヒストグラムを用いた検索では提示画像とは外観の異なった画像を検索結果として提示してしまうことがある一方、提案手法による検索は提示画像に類似した外観を持つ画像を検索できることが確認できた。

5 まとめ

本稿では、類似画像検索に用いる画像特徴として固定の構図ではなく、各画像に応じて可変な構図を用

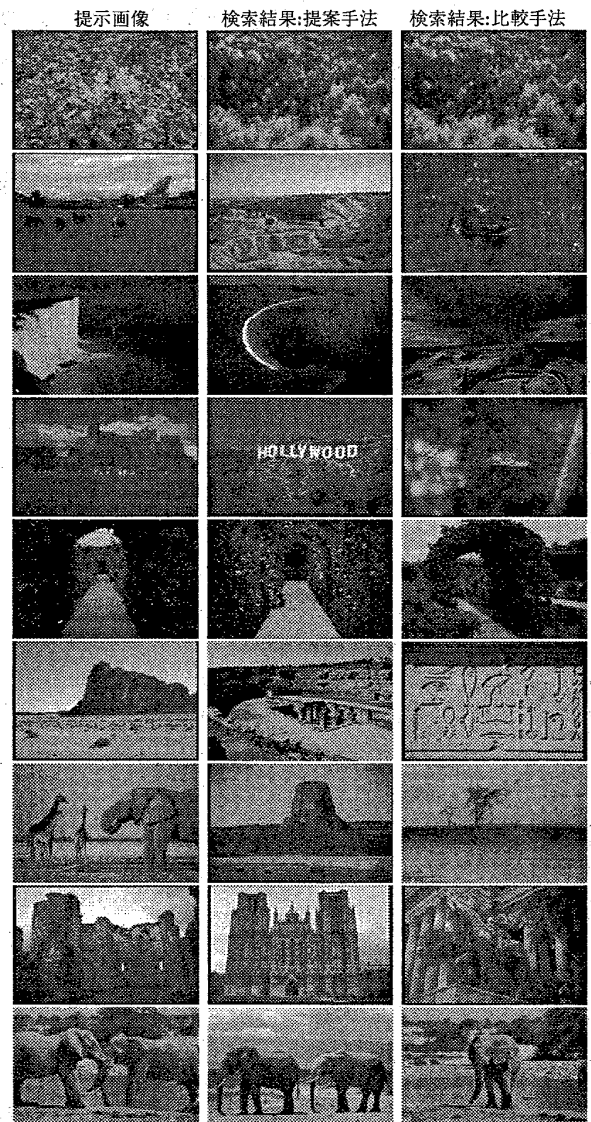


図 2: 各クラスの検索結果例

いる手法を提案し、有効性を示した。今後の課題として、斜めの分割線を考慮したテンプレートの作成や、構図の中のある領域に対する重み付けが可能な検索手法の開発などが挙げられる。

なお、本研究の一部は文部省科学研究費補助金 (奨励 A:09780340) の補助による。

参考文献

- [1] G. Pass and R. Zabih. Histogram refinement for content-based image retrieval. In *Proceedings of the Third IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*, Sarasota, Florida, December 1996.
- [2] J. Ashley, R. Barber et al. Automatic and semi-automatic methods for image annotation and retrieval in QBIC. *IBM Research Report RJ 9951*, April, 1995.
- [3] 小林, 大河内, 太田. 特徴量を統合し人の感性に近づけた画像検索システム. 信学技報 PRMU97-261, 1998.

[†]検索結果例のカラー画像は、URL:<http://yindy1.aist-nara.ac.jp/demos/index.html> を参照。